Der talocrurale Winkel im Kindesalter

Petra Rathscheck

1981

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41536504_0007

Aus der Orthopädischen Klinik der Universität Düsseldorf
Direktor: Professor Dr. med. K.-P. Schulitz

Der talocrurale Winkel im Kindesalter

Dissertation

zur Erlangung des Grades eines Doktors der Medizin

Der Medizinischen Fakultät der Universität Düsseldorf

vorgelegt von

Petra Rathscheck

1981

UNIV.
LEIDEN
NRL.

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität Düsseldorf

Der Dekan
der Medizinischen Fakultät
der Universität Düsseldorf

gez.: Prof. Dr. med. Straßburg

Referent
gez.: Prof. Dr. med. Krämer

Korreferent
gez.: Prof. Dr. med. Günther

Meinen Eltern und meiner Schwester

in Dankbarkeit und Zuneigung

INHALTSVERZEICHNIS

I. Einleitung

II. Grundlagen zum Thema:

A. Die Entwicklung des menschlichen Fußes

1.) Phylogenese
2.) Embryologie
3.) Makroskopische Anatomie

B. Röntgenverfahren zur Darstellung des TC-Gelenkes

C. Deformitäten des Fußes im Kindesalter

1.) Der Spitzfuß
2.) Der Klumpfuß

III. Messung der Beweglichkeit am oberen Sprunggelenk im Erwachsenen- und Kindesalter (Literatur)

IV. Eigene Untersuchungen

A. Untersuchungsgut
B. Untersuchungsmethode
C. Ergebnisse
D. Diskussion

V. Zusammenfassung

VI. Literaturverzeichnis

I. Einleitung

Aus der Bedeutung der Häufigkeit der orthopädischen Fußerkrankungen und Fußdeformitäten im Kindesalter ergibt sich die Notwendigkeit einer standardisierten Meßmethode des talocruralen Winkels im Kindesalter. Dieser Winkel wurde bisher nur bei erwachsenen Personen bestimmt.

In der vorliegenden Arbeit wird der TCW an Hand von Röntgenaufnahmen des kindlichen Fußes bei zwei orthopädischen Erkrankungen bestimmt und mit dem TCW, wie er bei gesunden Füßen gemessen wird, verglichen. Aufgrund der gefundenen Meßergebnisse wird versucht, Gesetzmäßigkeiten zwischen der Fußerkrankung einerseits und dem talocruralen Winkel andererseits aufzuzeigen.

II. Grundlagen zum Thema

A. Die Entwicklung des menschlichen Fußes

1.) Die Phylogenese

Die Phylogenese der Gliedmaßen begann vor 400 - 500 Mill. Jahren, als sich aus wurmartigen Tieren die Fische entwickelten. Aus diesen entstanden im weiteren Verlauf der Evolution die Amphibien, aus diesen die Reptilien, dann die Vögel, und schließlich die ältesten Arten der Säugetiere. Alle Wirbeltiere, von den Fischen bis zu den Menschen, haben gemein, daß sie seitwärts am Rumpfskelett zwei Paar Gliedmaßen aufweisen. Ausnahmen hiervon bilden lediglich die Cyclostomen (Rundmäuler) und der Amphioxas (Lanzettfischchen), die keinerlei Gliedmaßen besitzen und sich gegenüber ihrer Urform nur geringfügig verändert haben.

Der Fuß hat sich seit dem Erscheinen der ersten Säugetiere bis heute nur wenig verändert. Vergleicht man den menschlichen Fuß mit dem eines Primaten, so erkennt man die bis heute erhaltene Ursprünglichkeit.

Abb. 1) nach Rabl: Orthopädie des Fußes
F. Enke Verlag 1975

Auch die Konstruktion des Fußgewölbes ist ein spätes Ereignis der Evolution. Ethymologisch bedeutet Tarsus breite Fläche. Der lateinische Begriff verdeutlicht, daß sich im Primitivzustand die Fußwurzel in einer Ebene befand. Besonders deutlich erkennt man die Entwicklung des Tarsus, wenn man den menschlichen Fuß mit dem einer Affengattung vergleicht, die vor etwa 50 Mill. Jahren die Erde bevölkert hat. Es handelt sich um die heute noch in Asien lebenden Tarsieäffchen, die zu den Halbaffen zählen, aus denen sich dann die höherentwickelten Affen differenziert haben. Die Tarsier sind in der vergleichenden Anatomie deshalb von Bedeutung, weil sie einen extrem verlängerten Tarsus haben, der aus zwei Röhrenknochen besteht.

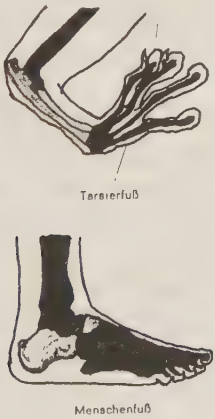

Abb. 2) nach Eimerl, S., De Vore, I.
Die Primaten Time-Life 1966

Die beiden verlängerten Fußwurzelknochen verleihen dem Tarsier eine äußerst starke Hebelkraft, wodurch er bis zu zwei Meter weit springen kann, obwohl er nicht größer wird als eine Ratte.

2.) Embryologie

Bei einem 6 mm großen Embryo befinden sich die Gliedmaßen noch undifferenziert am Rumpf. Erst im Alter von zwei Monaten zeigt der Embryo die spätere menschliche Körperform. Die oberen und unteren Gliedmaßen entwickeln sich aus stummelförmigen Verdickungen der seitlichen Körperwand. Diese Gliedmaßenanlagen werden flossenförmig und bilden Hand- bzw. Fußplatten, welche die Anlage für die Hände bzw. Füße sind. Am Rand dieser Anlagen sondern sich durch Einkerbungen (Interdigitalspalten) die 5 Anlagen der Finger bzw. der Zehen ab. Bei einem zwei Monate altem Embryo bildet der Fuß noch die gradlinige Fortführung des Unterschenkels. Er wird in Supinationsstellung gehalten und ist nach medial abgeknickt, d.h. es liegt eine klumpfußähnliche Haltung vor. Erst am Ende des dritten Embryonalmonates bildet sich der Hochstand der Ferse zurück.

Die Knochenentwicklung des Skeletts beginnt im 2. Embryonalmonat mit der Ossifikation der Clavicula, die von einzelnen Ossifikationszentren ihren Anfang nimmt. Im 8. Fetalmonat hat sich die Zahl der Einzelelemente, aus denen sich das menschliche Skelett zusammensetzt, durch Verschmelzungsprozesse von 800 auf 270 verringert. Sowohl im Bereich des Hand- als auch des Fußskeletts liegt die größte Konzentration an Einzelknochen vor. Die folgende Skizze zeigt die Ossifikation des Fußskelettes in Abhängigkeit vom menschlichen Alter.

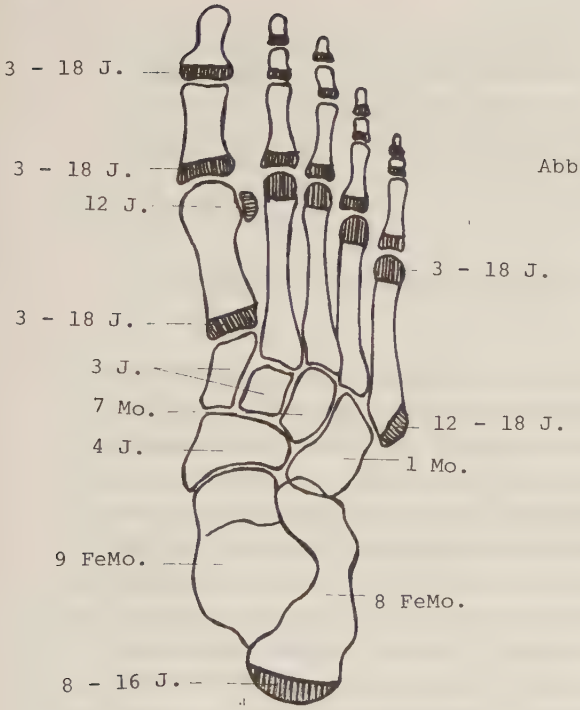

Abb. 3) Schinz et al. Lehrbuch der Röntgendiagnostik Band II, Teil I (1979)

Am Neugeborenen sind im Röntgenbild nur die Kerne von Sprung-Fersen- und Würfelbein zu erkennen, während nach dem 1. Lebensjahr auch der Knochenkern des Os cuneiforme III zu sehen ist. In dieser Zeit geht der Calcaneus von einer ellipsoiden Form in eine walzenartige über, und der Talus erhält eine sanduhrförmige Eindellung. Bis zum 6. - 7. Lebensjahr hat der Talus seine endgültige Form erreicht.

Die distale Tibiaepiphyse zeigt zwischen dem 4. Lebensmonat und dem 3. Lebensjahr ein Ossifikationszentrum; den gleichen zeitlichen Schwankungen unterliegen auch das Os naviculare und die Ossae cuneiforme I und II, die zwischen dem 2. und 5. Lebensjahr entstehen. Vor dem 8. Lebensjahr ist die distale Tibiaepiphyse noch

keilförmig. Erst zwischen dem 8. - 10. Lebensjahr wird der Malleolus tibialis ausgebildet und um das 12. Lebensjahr ist die Knöchelgabel in ihrer Vollständigkeit zu erkennen.

3.) Makroskopische Anatomie des Talocruralgelenkes

Im oberen Sprunggelenk artikuliert die Trochlea tali mit den distalen Enden von Tibia und Fibula. Die Malleolengabel umschließt den Sprungbeinkopf gabelförmig und gewährleistet somit eine Knochenführung des Scharniergelenkes. Die distale gelenkige Verbindung zwischen Tibia und Fibula ist zu einer Syndesmosis tibiofibularis geworden. Die transversale Achse ermöglicht eine Plantarflexion und eine Dorsalextension des Fußes. Die Sicherung des Gelenkes erfolgt vor allem durch das Lig. deltoideum und das vom lateralen Malleolus ausgehende Kollateralband. Das Lig. deltoideum verbindet den medialen Malleolus mit dem Talus, dem Calcaneus und dem Naviculare. Das laterale Band zieht zum Talus und zum Calcaneus. Nach WALDEYER sichert die fächerförmige Anordnung der Kollateralbänder das obere Sprunggelenk in jeder Stellung, so daß im Fall einer Distorsion eher die Malleolen abreißen als die Bänder. Die Gelenkkapsel läßt die Malleolen frei und greift nach vorne auf den Talushals über.

B. Röntgenverfahren zur Darstellung des talocruralen Gelenkes

Röntgenaufnahmen des oberen Sprunggelenkes müssen sowohl von vorne als auch im seitlichen Strahlengang aufgenommen werden.

1. Die anterior-posteriore (ap-) Aufnahme des TC-Gelenkes

Bei dieser Aufnahmetechnik liegt der Patient auf dem Rücken, der Fuß gegenüber dem Unterschenkel rechtwinklig abgeknickt. Der Unterschenkel liegt mit der Ferse auf der Kassette, und der Zentralstrahl wird senkrecht auf die Mitte des oberen Sprunggelenkes in Höhe der beiden Malleolen gerichtet. Die Strahlengangsrichtung ist ventro-dorsal. Bei dieser Aufnahmetechnik wird eine Innenrotation der Fußspitze empfohlen, um die physiologische Tibiaaußenkreiselung zu kompensieren und die Malleolengabel orthograd zu treffen. Der Grad dieser Innenrotation liegt bei FÜRMAIER um 5°, bei den Autoren HAFNER/MEULI um 20°. M. LANGE beschreibt eine Drehung der Fußspitze um 30°, damit der talofibulare Gelenkspalt sowie die tibiofibulare Syndesmose zur Darstellung gebracht werden können.

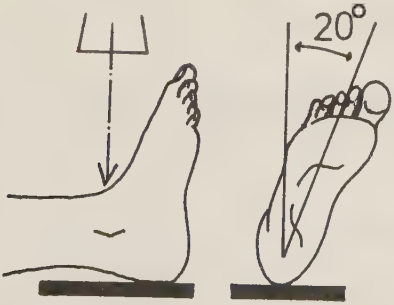

Abb. 4) nach HAFNER/MEULI: Röntgenuntersuchung in der Orthopädie, Verlag Hans Huber (1964)

2. Die tibioposterior-anteriore Aufnahme des TC-Gelenkes

Hierbei liegt der Patient in Bauchlage, der Fuß ist stark nach innen gedreht. Der Zentralstrahl läuft senkrecht durch das obere Sprunggelenk. Bei diesem Verfahren ist sehr gut die Syndesmose im oberen Teil der Tibia-Fibulaverbindung zu erkennen.

3. Die tibio-fibulare Aufnahme des TC-Gelenkes

Der Patient wird auf der Seite gelagert, der Malleolus lateralis liegt auf der Kassette. Der Fuß bildet mit dem Unterschenkel einen rechten Winkel. HAFNER/MEULI beschreiben eine Innenrotation des Fußes, so daß sich die Malleolen übereinander projezieren. Der Zentralstrahl fällt auf den Malleolus medialis. Die Strahlengangsrichtung ist seitlich, medio-lateral.

Abb. 5) nach HAFNER/MEULI: Röntgenuntersuchung in der Orthopädie, Verlag Hans Huber (1964)

4. Die fibulotibiale Aufnahme des TC-Gelenkes

Auf dem Röntgenbild sind bei dieser Aufnahmetechnik besonders der Malleolus lateralis und das Os naviculare zu erkennen. Nach GRASHEY/BIRKNER wird hierbei etwas vor der Basis des Malleolus lateralis der Zentral-

strahl eingestellt. Die Strahlengangsrichtung ist seitlich.
Bei HAFNER/MEULI findet sich keine Beschreibung der fibulotibialen Aufnahme des oberen Sprunggelenkes.

C. Deformitäten des Fußes im Kindesalter

1.) Der Spitzfuß

Der Spitzfuß, der als Kriterium eine vermehrte Plantarflexion aufweist, ist als angeborene Deformität äußerst selten. Die Ursache liegt in Lageanomalien in utero, die zu pränatalen Zwangshaltungen führen.

Der postnatal erworbene Spitzfuß kann nun bedingt sein durch eine schlaffe oder spastische Lähmung, er kann entstehen aufgrund einer Spitzfußkontraktur bei langanhaltender Fehlstellung oder nach Traumen. Eine schlaffe Lähmung wird am häufigsten beobachtet bei der Poliomyelitis, nach Querschnittslähmungen sowie peripheren Nervenverletzungen (z.B. Peronaeuslähmung). Dabei kann es zu einer partiellen Schwächung oder zu einem kompletten Ausfall der Fußhebemuskulatur kommen.

Die spastische Lähmung des Fußes ist in der Hauptsache bedingt durch eine spastische Zerebralparese. Die dabei vorhandene maximale Wadenmuskelspastizität zeigt sich entweder einseitig bei begrenzter Hemiparese oder aber als Paraspastik beider Beine.

Der Spitzfuß, dessen Bezeichnung als Pes equinus die Gemeinsamkeit des Zehenganges mit dem Pferdefuß verdeutlichen soll, ist stark plantarflektiert. Es fehlt die Möglichkeit, den Fuß aktiv oder passiv über die Neutral-Null-Stellung zu heben. Bei Belastung berührt die Ferse den Boden nicht, nur die Zehen werden aufgesetzt. Der Vorfuß verbreitert sich, und um ein Stolpern über den Vorfuß zu vermeiden, wird der Unterschenkel stärker angehoben, so daß es zum sogenannten Steppergang kommt.

Im seitlichen Röntgenbild erkennt man das sehr stark ausgeprägte Fußlängsgewölbe.

2.) Der Klumpfuß

Der Klumpfuß ist die zweithäufigste angeborene Fehlbildung. Seine Ursache liegt mit großer Wahrscheinlichkeit in einer Genschädigung, aber auch exogen-mechanische Druckschädigung in utero und die Theorie, daß es sich um ein Stehenbleiben auf frühembryonaler Entwicklungsstufe handelt, werden diskutiert. Die Geschlechtsproportion von Knaben : Mädchen beträgt 2 : 1.

Die Bezeichnung des Klumpfußes als Pes equinovarus, excavatus et adductus läßt vier Einzelkomponenten erkennen, die das Krankheitsbild beherrschen:

a) Pes equinus: der gesamte Fuß ist plantarflektiert. Durch diese Spitzfußstellung ist eine Dorsalflexion unmöglich.

b) Pes varus: der gesamte Fuß ist supiniert, jedoch zeigt der Rückfuß eine stärkere Varusstellung als der Vorfuß.

c) Pes adductus: der Vorfuß steht in Adduktionsstellung, die Fußsohle erscheint deshalb halbmondförmig.

d) Pes excavatus: der Hohlfuß entsteht durch einen stärkerer Plantarflexion des Vorfußes als die des Rückfußes.

Das Röntgenbild in den seitlichen Aufnahmen läßt erkennen, daß die Achsen des Sprung- und Fersenbeines parallel verlaufen, anstatt, wie bei einem gesunden Fuß, einen spitzen, nach hinten offenen Winkel von 25° - 30° zu bilden (nach DEBRUNNER). Einen stumpfen Winkel bilden die Längsachsen von Talus und Metartarsale I, der sich bei einem gesunden Kind nicht zeigt. Zwischen Talus und Calcaneus sowie dem Os naviculare zeigt sich eine Subluxationsstellung, das Os naviculare ist gleichzeitig nach medial und plantar verlagert. Das Kuboid steht ebenfalls in Subluxationsstellung.

III. Messung der Beweglichkeit am oberen Sprunggelenk im Erwachsenen- und Kindesalter (Literatur).

1978 beschreibt DEBRUNNER für die Gelenkmessung des oberen Sprunggelenkes folgende Bezugspunkte: Malleolus lateralis und medialis, vordere Tibiakante, im Bereich des Fußes die Kalkaneusachse oder der laterale Fußrand, Os metatarsale V, Taluskopf und Os naviculare. Auch ROMPE/ERLENKÄMPER geben die beiden Malleoli, die vordere Tibiakante sowie den lateralen Fußrand an.

In der Arbeit von GUDAT 1980 findet sich die Definition des talocruralen Winkels des oberen Sprunggelenkes, der 1979 von KRÄMER angegeben wurde. Der talocrurale Winkel (TCW) liegt zwischen der Tibiaachse einerseits, und der Verbindungslinie zwischen dem Tuberculum laterale des Processus posterior tali und der Vorderoberkante der talonavicularen Gelenkfläche andererseits.

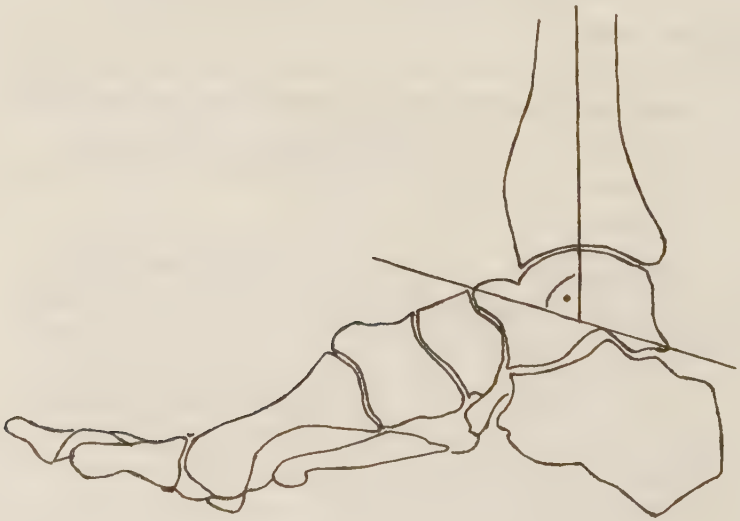

Abb. 6: Der TCW:
Der nach vorn offene Winkel zwischen Tibiaachse und der Verbindungslinie des Tuberculum laterale des Processus posterior tali und der Vorderoberkante der talonavicularen Gelenkfläche.

Im Gegensatz zum Fuß des Erwachsenen, bei dem sich der eine Schenkel des TCW aus der Verbindungslinie des Processus posterior tali einerseits und der talonavicularen Gelenkfläche andererseits ergibt, wurden beim Kind aufgrund der noch nicht abgeschlossenen Ossifikation des Fußwurzelskeletts der jeweils vorderste obere sowie der hinterste untere Punkt des bereits im Röntgenbild sichtbaren Talus als Bezugspunkte genommen.

Abb. 7) Seitliche Abbildung des TCW am normalen Fußgelenk des 1-jährigen Kindes.
Modifiziert nach GRASHEY/BIRKNER,
Atlas typischer Röntgenbilder vom Menschen
Verlag Urban & Schwarzenberg (1964)

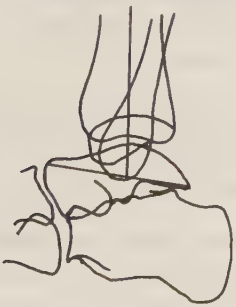

Abb. 8) Seitliche Abbildung des TCW am normalen Fußgelenk des Erwachsenen.
Modifiziert nach GRASHEY/BIRKNER,
Atlas typischer Röntgenbilder vom Menschen
Verlag Urban & Schwarzenberg (1964)

Für die Messung der im oberen Sprunggelenk möglichen Bewegungen Plantarflexion und Dorsalextension sagt DEBRUNNER aus, daß es zweckmäßig ist, den Fuß flach auf den Boden zu setzen und den Unterschenkel maximal nach vorne und hinten zu beugen bzw. zu strecken. Voraussetzung für diese Meßtechnik, die auch ROMPE/ ERLENKÄMPER empfehlen, ist die Neutral-Null-Methode, die speziell für den Fuß einen rechten Winkel zwischen Sohlen auftritt und Schienbein fordert. Weiterhin ist die Messung von Plantarflexion und Dorsalextension des TC-Gelenkes am liegenden Menschen möglich. Der Fuß hängt frei bei rechtwinklig gebeugten Hüft- und Kniegelenk (RUSSE/GERHARDT/RUSSE).

DEBRUNNER weist bei dieser Prüfung des TCW darauf hin, daß auch in der Chopartschen und Lisfrancschen Gelenklinie eine Flexions- und Extensionsbewegung erfolgt, so daß die alleinige Bewegung des TC-Gelenkes klinisch an der Kalkaneusachse gemessen werden kann.

Die Werte für die Extension bei aufgestelltem Fuß lauten bei DEBRUNNER 30°, für die Flexion 50°. Bei freihängendem Fuß schwanken die Werte für die Extension zwischen 20° - 30°, für die Flexion zwischen 40°- 50°.

RUSSE/GERHARDT/RUSSE notierten bei der Meßmethode des TCW bei freihängendem Fuß Werte für die Extension von 20°, für die Flexion von 50°.

GUDAT bestimmte in seiner Arbeit den TCW in der Neutral-O-Stellung einen Wert von $78,5^{\circ}$; die maximale Dorsalextension betrug $54,3^{\circ}$, die durchschnittliche maximale Plantarflexion $115,8^{\circ}$. Da GUDAT in seiner Arbeit den TCW bei Personen verschiedener Altersgruppen bestimmte, konnte er zeigen, daß der Bewegungsumfang des oberen Sprunggelenkes mit steigendem Alter der Probanden sich verringerte.

IV. Eigene Untersuchungen

A. Untersuchungsgut

Das Untersuchungsmaterial setzt sich aus zwei verschiedenen Gruppen zusammen:

1.) Bei 29 Kindern, die keinerlei pathologische Erscheinungen ihrer Füße aufzeigten, wurde die Beweglichkeit des oberen Sprunggelenkes getestet. Der entscheidende Faktor dieser Gruppe war das Alter der Kinder; die Werte des TCW wurden statistisch erfaßt.

2.) Aus dem Krankengut der Orthopädischen Universitätsklinik Düsseldorf wurden 322 der Jahre 1975 - 1979 ausgewertet, die eine seitliche Aufnahme eines Fußes im Stehen zeigten. Auch innerhalb dieser Gruppe wurden die Werte des TCW nach dem Alter der Kinder getrennt und statistisch erfaßt. Weiterhin war das zugrundeliegende Krankheitsbild des jeweils erhaltenen Wertes von Bedeutung.

B. Untersuchungsmethodik

1.) Bei 29 Kindern wurde das obere Sprunggelenk röntgenologisch in Neutral-O-Stellung dargestellt. Bei den Kindern war die Beweglichkeit des oberen Sprunggelenkes nicht behindert. Während des Röntgenvorganges wurde der Fuß mit der gesamten Fußsohle auf die Standfläche gesetzt, in der Regel wurde der linke Fuß geröntgt. In die Röntgenbilder wurde der TCW eingezeichnet und mit einem Standardwinkelmesser gemessen. Der entscheidene Parameter für die Einteilung in verschiedene Gruppen war das Alter der Kinder. Die statistisch erfaßten Werte des TCW wurden dementsprechend in 4 Altersklassen eingeteilt:

Klasse I	6	-	8 Jahre
Klasse II	9	-	11 Jahre
Klasse III	12	-	14 Jahre
Klasse IV	15	-	17 Jahre.

2.) 322 Röntgenbilder der Jahre 1975 - 1979 wurden sortiert, die eine seitliche Aufnahme eines kindlichen Fußes zeigten. Es wurden nur Aufnahmen verwertet, die den Fuß in Neutral-O-Stellung zeigten. Der TCW wurde in die Bilder eingezeichnet und ebenfalls mit einem Standardwinkelmesser bestimmt. Diesmal war nicht nur das Alter der Kinder von Bedeutung, sondern auch die Grunderkrankung. Das Alter der Kinder wurde wie folgt klassifiziert:

Gruppe A	0	- 6 Jahre
Gruppe B	7	- 12 Jahre
Gruppe C	13	- 18 Jahre

C. Untersuchungsergebnisse

Bei der Röntgendarstellung des oberen Sprunggelenkes von 29 Kindern betrug der durchschnittliche Wert des TCW in Neutral-O-Stellung 86,7°, bei einer Standardabweichung von 6,6°.

Wird dieser Durchschnittswert aufgeschlüsselt auf das Alter der Kinder, so zeigen sich folgende Werte in den verschiedenen Altersklassen:

Alter	n	Neutral-O-Stellung	σ
I (6 - 8 J.)	5	95,4	5,94
II (9 -11 J.)	9	87,8	2,42
III (12 -14 J.)	9	83,8	2,75
IV (15 -17 J.)	6	79,8	1,16

Der TCW in der Altersverteilung für die gesunde Untersuchungsgruppe

(Anzahl n : I = 5, II = 9, III = 9, IV = 6)
(Alle Zahlenangaben in Grad.)

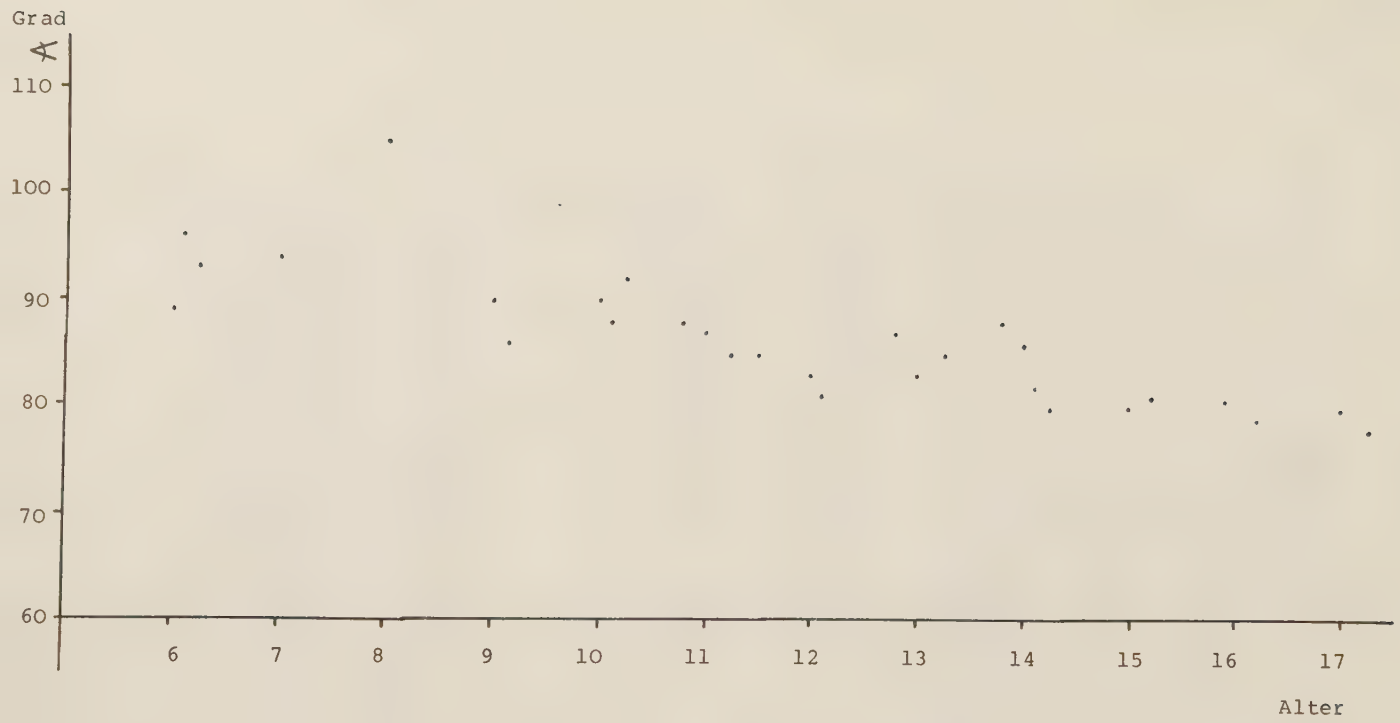

Abb. 9) Abbildung 9 zeigt die gemessenen Werte des TCW bei fußgesunden Kindern in Abhängigkeit vom Lebensalter.

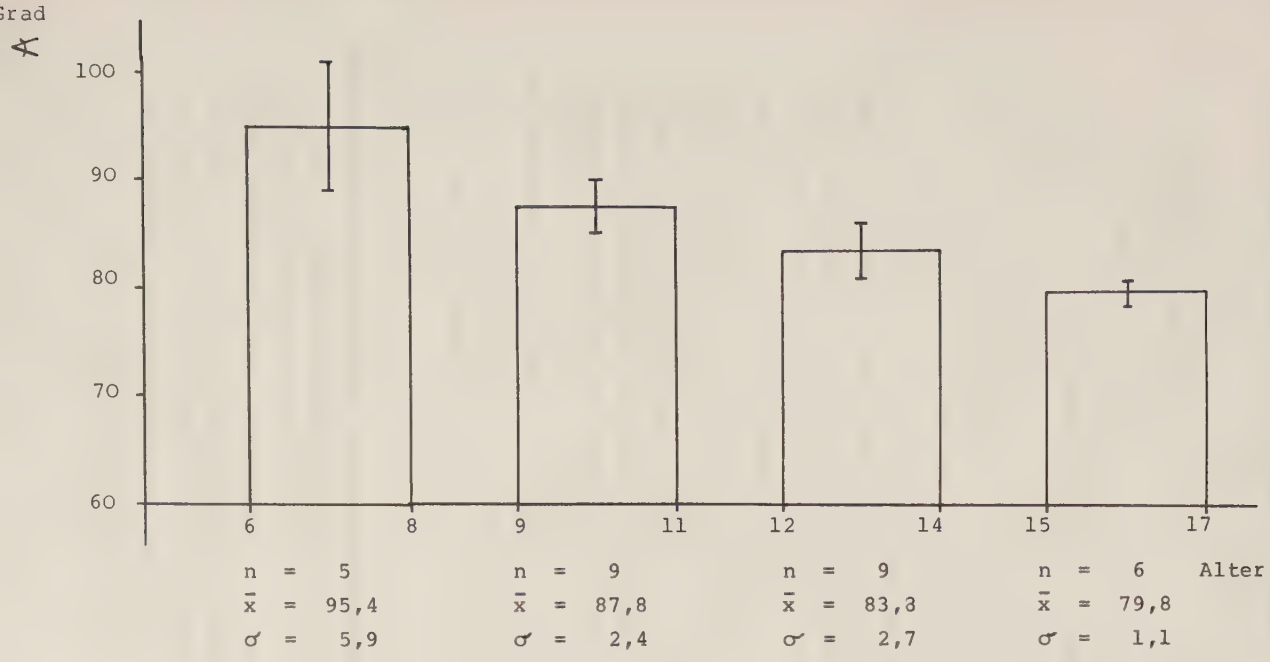

Abb. 10) Die Abbildung 10 zeigt die Mittelwerte ($\bar{x}$) und Standardabweichungen (σ) des TCW bei fußgesunden Kindern in den Altersklassen I - IV.

2.) Die Auswertung der 322 Röntgenbilder in Bezug auf die zugrundeliegende Erkrankung ergab folgende Aufschlüsselung:

Diagnose	Anzahl der Bilder
Spitzfuß	59
Klumpfuß	58
Hohlfuß	12
Hallux valgus	10
Plattfuß	5
Haglund Ferse	4
Hackenfuß	4
Knickfuß	3

Von den 322 Röntgenbildern waren demnach 155 Aufnahmen in dieser Arbeit zu verwerten. Die weiteren 167 Bilder konnten entweder aufgrund der für diese Arbeit nicht akzeptablen Bildqualität oder wegen der nicht ganz genauen Sicherung der Diagnose verwendet werden.

2a.) Statistische Auswertung der Röntgenbilder, die das Krankheitsbild des Spitzfußes zeigen.

Der durchschnittliche Wert des TCW betrug 118,4°, bei einer Standardabweichung von 9,96°. Bei der Differenzierung des Durchschnittswertes auf das Alter der Kinder zum Zeitpunkt der Aufnahme ergab sich folgende Darstellung:

Alter	Neutral-0-Stellung	σ
A (0 - 6 J.)	128,7	9,3
B (7 - 12 J.)	117,7	8,9
C (13 - 18 J.)	108,8	10,9

Der TCW in der Altersverteilung für die Diagnose Spitzfuß.
(Anzahl n : A = 20, B = 19, C = 20)
(Alle Zahlenangaben in Grad)

Da der Spitzfuß, wie im Grundlagenkapitel erläutert, auf zwei verschiedenen Lähmungsarten beruhen kann, wurde die Altersgruppe hinsichtlich der schlaffen und spastischen Lähmung unterschieden. Zahlenmäßig jedoch war die schlaffe Lähmung weitaus häufiger vertreten. Das Verhältnis von schlaffer Lähmung zu spastischer verhielt sich wie 20 : 7. Die spastischen Lähmungen waren besonders im Alter von 0-3 Jahren zu erkennen. Vergleicht man nun den Wert des TCW in diesem Altersabschnitt, so ergibt sich folgende Konstellation:

a.) spastische Lähmung: TCW = 137^{o} $\sigma = 3,1^{o}$ n = 7
b.) schlaffe Lähmung: TCW = 136^{o} $\sigma = 3,8^{o}$ n = 5

Daraus ist nur ein sehr geringer Unterschied des TCW zu erkennen. Daher wurde in der Auswertung des TCW mit der Diagnose Spitzfuß nur die schlaffe Lähmung als Ursache berücksichtigt.

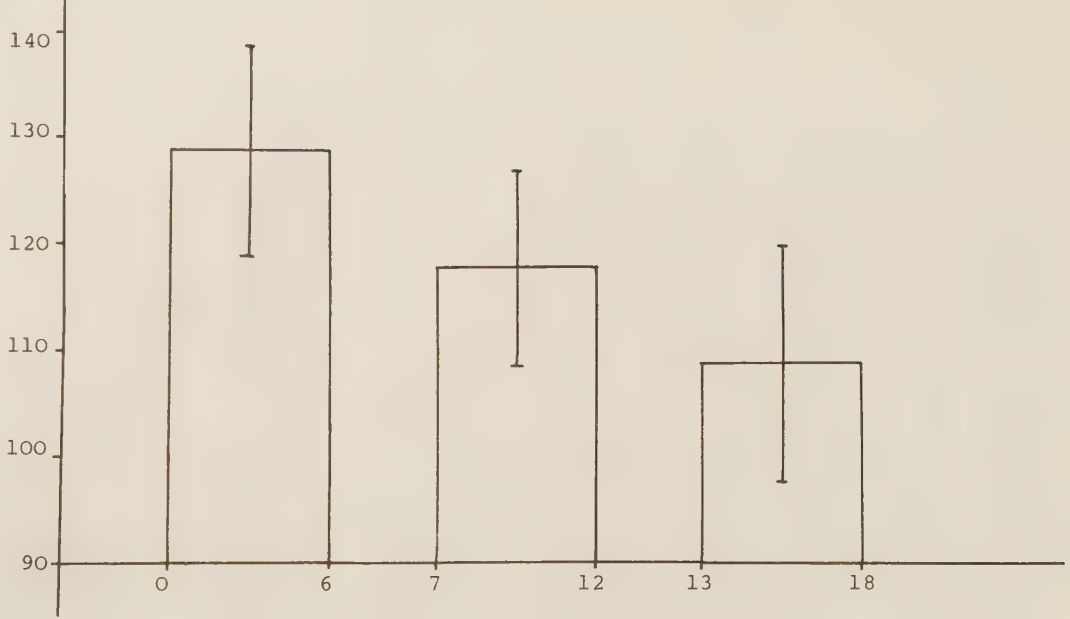

Abb. 11) Die Abbildung 11 zeigt die Mittelwerte ($\bar{x}$) und Standardabweichungen (σ) des TCW bei Kindern mit Spitzfuß in den Altersklassen A - C.

2b.) Statistische Auswertung der Röntgenbilder, die das Krankheitsbild des Klumpfußes zeigen.

Bei einer Standardabweichung von 5,03° zeigte sich ein durchschnittlicher Wert des TCW von 111,3°.

Folgende Abbildung zeigt die unterschiedlichen Werte des TCW bei der Differenzierung der Altersklassen:

Alter	Neutral-0-Stellung	σ
A (0 - 6 J.)	116,0	13,6
B (7 - 12 J.)	112,0	13,9
C (13 - 18 J.)	106,0	10,5

Der TCW in der Altersverteilung für die Diagnose Klumpfuß.
(Anzahl n : A = 32, B = 15, C = 11)
(Alle Zahlenangaben in Grad.)

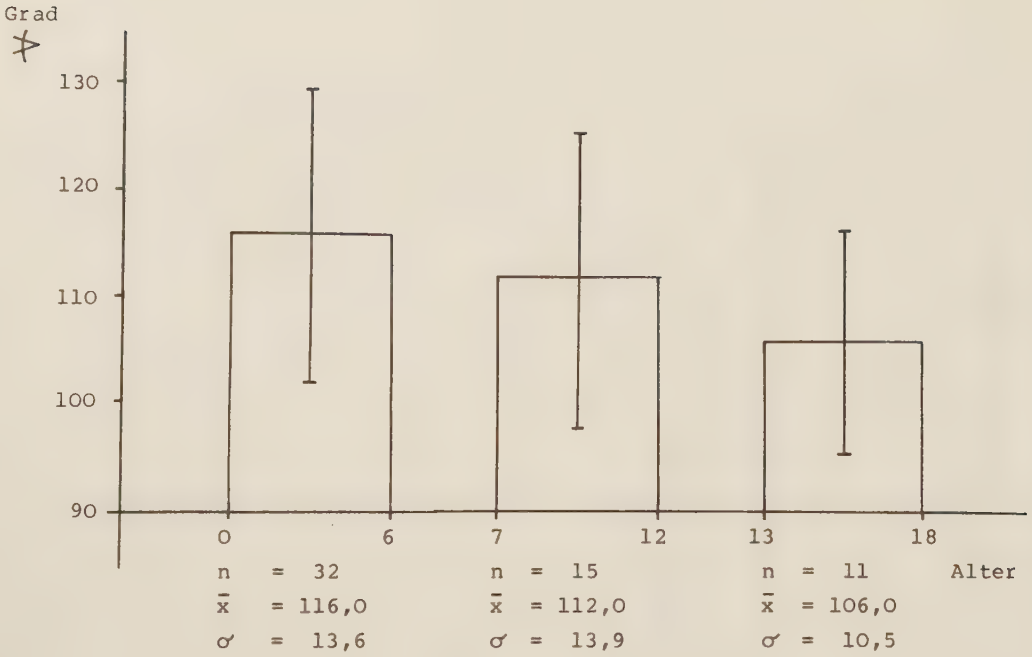

Abb. 12) Die Abbildung 12 zeigt die Mittelwerte ($\bar{x}$) und Standardabweichungen (σ) des TCW bei Kindern mit Klumpfuß in den Altersklassen A - C.

D. Diskussion

Für die Ermittlung des TCW im Kindesalter sowohl in der Gruppe der gesunden Kinder, als auch bei der Auswertung der Röntgenbilder mit Fußdeformitäten war die Tatsache entscheidend, daß eine Meßbarkeit des TCW vorlag: die Bezugspunkte Tibia und Talus mußten deutlich erkennbar sein; ihre Stellung zueinander, nämlich die anatomische Nullstellung, waren die Voraussetzungen für die Ermittlung der Werte des TCW.

In den verschiedenen Altersklassen zeigten sich unterschiedliche Werte des TCW: die Größe des TCW nimmt mit dem Alter ab. Die verhältnismäßig hohe Standardabweichung ist durch die Summation der anderen kleineren Fehlerbreiten zu erklären. In dieser Arbeit können aufgrund der relativ kleinen Anzahl von Probanden bzw. Röntgenbilder in den verschiedenen Altersgruppen nur Tendenzen und Vergleiche zwischen der Größe des TCW in Abhängigkeit des Alters aufgezeigt werden.

Für den Versuch einer Standardisierung des TCW bei körperlich gesunden Kindern wurden bei 29 Probanden das obere Sprunggelenk in Neutral-Null-Stellung dargestellt. Entscheidend war das Alter der Kinder. Dementsprechend zeigten die ermittelten Werte eine abnehmende Tendenz mit steigendem Alter der Kinder. Dabei entspricht der Wert der Altersklasse IV (15-17 Jahre) von durchschnittlich 79,8° sehr nah dem Wert des TCW von 78,5°, der beim erwachsenen Menschen von GUDAT bestimmt wurde. Die Tatsache, daß die Werte mit höherem Alter der Kinder abnehmen, kann unter anderem auf dem Knochenalter- und -wachstum beruhen.

Die Abnahme der Werte des TCW zeigt sich aber nicht nur bei der Messung eines normalen, gesunden oberen

Sprunggelenkes, sondern auch bei den Krankheitsbildern von Spitzfuß und Klumpfuß.

Die Werte des TCW beim Spitzfuß waren verglichen mit denen des Klumpfußes in allen Altersklassen zahlenmäßig um einige Gradeinteilungen erhöht. Jedoch nehmen die Differenzbeträge auch hier mit höherem Alter ab.

Da der Spitzfuß eine stark ausgeprägte Plantarflexion zeigt, wird hier die Ursache für die hohen TC-Werte zu suchen sein, die weder bei der Gruppe der gesunden Füßen, noch bei der der Klumpfüße zu finden waren. Die Winkelwerte der Klumpfüße sind verglichen mit denen der gesunden Füße erhöht. Eine Besonderheit des Klumpfußes ist die Achsenparallelität von Sprung- und Fersenbein. Die sich hieraus ableitende Vermutung, daß der TCW des Klumpfußes kleiner sei, als bei einem gesunden Fuß, trifft deshalb nicht zu, da nicht nur der Talus nicht in seiner richtigen anatomischen Position sitzt, sondern auch die talonaviculare Gelenkfläche verschoben ist. Das Os naviculare des Klumpfußes steht in Supinationsstellung und ist sowohl nach medial als auch nach plantar verschoben. Da nun ein Schenkel des TCW die Verbindungslinie zwischen Tuberculumlaterale des Processus posterior tali und der Vorderoberkante der talonavicularen Gelenkfläche ist, ist der Winkelschenkel beim Klumpfuß gegenüber dem gesunden Fuß zur Mitte hin verlagert. So ist zu erklären, daß die Werte des TCW beim Klumpfuß in jeder Altersschicht höher liegen, als bei einem gesunden Fuß.

V. Zusammenfassung

Die vorliegende Arbeit beginnt mit der Darstellung der Entwicklung und Anatomie des menschlichen Fußes. Es werden Röntgenverfahren für das TC-Gelenk beschrieben, sowie die wichtigsten Merkmale der Krankheitsbilder Spitz- und Klumpfuß.

Es folgt ein Abriß über die Literaturstellen, die sich mit dem TC-Gelenk und seinen Bewegungsausmaßen beschäftigen.

Bei den eigenen Untersuchungen wurden von 29 Kindern Röntgenbilder des TC-Gelenkes angefertigt, in die der TCW eingezeichnet und gemessen wurde. Ebenso wurde an Hand von Röntgenaufnahmen aus dem Krankengut der Orthopädischen Universitätsklinik Düsseldorf, die einen Spitz- bzw. Klumpfuß zeigten, der TCW bestimmt. Die ermittelten Werte wurden in Abhängigkeit von Alter und Grunderkrankung der Kinder hin untersucht.

VI. LITERATURVERZEICHNIS

BENNINGHOFF, A.
GOERTLER, K.
Lehrbuch der Anatomie des Menschen
Urban & Schwarzenberg, München/Berlin/Wien (1978)
S. 369 - 370

BERNBECK, R.
Kinderorthopädie
Thieme Verlag Stuttgart (1976)
S. 44 - 59

BOENIG, H.
BERTOLINI, R.
Leitfaden der Entwicklungsgeschichte des Menschen
Edition Leipzig (1967)
S. 263 - 267

BOLK, L.
GÖPPERT, E.
KALLIUS, E.
LUBOSCH, W.
Handbuch der vergleichenden Anatomie der Wirbeltiere
Band IV A. Asher & Co.
Amsterdam (1967) S. 198 - 199

COTTA, H.
Orthopädie
G. Thieme Verlag Stuttgart
(1980) S. 292 - 302

DEBRUNNER, H.U.
Orthopädisches Diagnostikum
G. Thieme Verlag Stuttgart
(1978) S. 150-177

DEBRUNNER, H.U.
Therapie des angeborenen Klumpfußes
Beilageheft zur Zeitschrift für Orthopädie Band 88 Enke Verlag
(1957) S. 5 - 75

DIEHLMANN, W.
Röntgen/Gelenke-Wirbelverbindungen
Herausgeber Glauner G. Thieme Verlag (1973) Stuttgart
S. 326 - 334

EICHLER, K. — Beziehungen zwischen Ossifikationsvarianten und asèptischen Nekrosen am Fuß und ihre Deutung im Röntgenbild
Dissertation Berlin (1957)
S. 3 - 5

EIMERL, S.
DE VORE, I. — Die Primaten
Time-Life (1966) S. 14

FICK, R. — Handbuch der Anatomie des Menschen Band II, 1,3 (1911)
Herausgeber v. Bardeleben
G. Fischer Verlag Jena
S. 596 - 613

FOCHEM, K.
KLUMAIR, J. — Atlas der röntgenologischen Meßmethoden
Maße und Winkel für den praktischen Gebrauch (1976)
Springer Verlag Wien/New York
S. 52 - 59

FÜRMAIER, A. — Zitiert nach GRASHEY/BIRKNER

GRASHEY, A.
BIRKNER, R. — Atlas typischer Röntgenbilder vom Menschen
S. 595 - 607; S. 908 - 940
Urban & Schwarzenberg, München/Berlin (1964)

GUDAT, W. — Der talocrurale Winkel
Ein Versuch zur Standardisierung
Dissertation Düsseldorf (1980)

HAFNER, E.
MEULI, H. Ch. — Röntgenuntersuchung in der Orthopädie
Verlag Hans Huber, Bern/Stuttgart/Wien (1964) S. 92 - 97

HOHMANN, G.
HACKENBROCH, M.
LINDEMANN, K.
Handbuch der Orthopädie
Band IV Teil II
G. Thieme Verlag Stuttgart
(1961) S. 788 - 893

IDELBERGER, K.
Lehrbuch der Orthopädie
Springer Verlag Wien/New York
(1978) S. 284 - 290

JOSENHANS, G.
Funktionsprüfungen und Befunddokumentation des Bewegungsapparates
G. Thieme Verlag Stuttgart
(1978) S. 21 - 28

KLENERMAN, L.
The foot and its disorders
Blackwell Scientific Publications
Oxford (1976) S. 51 - 77

LANGE, M.
Orthopädie und Kinderheilkunde
Enke Verlag (1940) S. 9 - 13

MATTHIAS, H.H.
Reifung, Wachstum und Wachstumsstörung des Haltungs- und Bewegungsapparates im Jugendalter
Verlag S. Karger Basel (1966)
S. 100 - 105

OPITZ, H.
SCHMID, F.
Handbuch der Kinderheilkunde
Band VI Springer Verlag (1967)
S. 63 - 85

RABL, C.R.H.
Orthopädie des Fußes
Enke Verlag Stuttgart (1975)
S. 23-34

ROMPE, G.
ERLENKÄMPER, A.
Begutachtung der Haltungs- und Bewegungsorgane
G. Thieme Verlag Stuttgart (1978)
S. 121 - 125

RUSSE, G. und RUSSE — Taschenbuch der Gelenkmessung mit Darstellung der Neutral-Null-Methode und SFTR-Notierung Verlag Hans Huber Bern/Stuttgart/Wien (1975) S. 48 - 49

SALMANI, Cyrus Nowrouzi — Epidemiologie der Fußformen und Fußerkrankungen im Kindesalter Dissertation Düsseldorf (1976) S. 3 - 19

SCHINZ, H.R. BAENSCH, W.E. FROMMHOLD, W. GLAUNER, R. UEHLINGER, E. WELLAUNER, J. — Lehrbuch der Röntgendiagnostik Band II Teil 1 G. Thieme Verlag Stuttgart (1979) S. 82 - 83

SCHWETLICK, W. — Orthopädische Erkrankungen des Säuglings und Kindes Goldmann Verlag München (1972) S. 161 - 172

SWOBODA, W. — Das Skelett des Kindes G. Thieme Verlag Stuttgart (1969) S. 13 - 35

THURN, P. BÜCHELER, E. — Einführung in die Röntgendiagnostik G. Thieme Verlag Stuttgart (1979) S. 54 - 55

VOSS, H. HERRLINGER,R. — Taschenbuch der Anatomie Gustav Fischer Verlag Stuttgart (1979) S. 245 - 246

ZIMMER, E.A. BROSSY, M. — Lehrbuch der röntgendiagnostischen Technik Springer Verlag Berlin (1974), S. 295 - 302

Lebenslauf

Am 2. August 1956 wurde ich, Petra Rathscheck, als jüngste Tochter des Dr. med. Hermann-Josef Rathscheck und seiner Ehefrau Margret, geborene Mosler, in Serang, Kreis Banten auf Java, Republik Indonesia, geboren.

Ostern 1963 wurde ich in die St. Castor-Schule Koblenz eingeschult und wechselte im August 1964 in die Volksschule Bassenheim über. Von Herbst 1966 bis zum 6. Oktober 1973 besuchte ich das staatliche Hildagymnasium Koblenz und wechselte auf das staatliche Gymnasium auf der Karthause/Koblenz, wo ich am 23. Mai 1975 das Abitur bestand. Im Wintersemester 1975/76 begann ich an der Universität Düsseldorf mit dem Studium der Humanmedizin. Nach dem Physikum im August 1977 bestand ich im August 1978 den 1. Teil des medizinischen Staatsexamens und im August 1980 den 2. Teil des medizinischen Staatsexamens.

Seit dem 20. Oktober 1980 absolviere ich das Praktische Jahr im Evangelischen Krankenhaus Bethesda in Duisburg.

Zu danken habe ich

Herrn Professor Dr. med. Klaus-Peter Schulitz, in dessen Institut ich diese Arbeit anfertigen durfte,

Herrn Professor Dr. med. Jürgen Krämer für die freundliche Überlassung des Themas und die Förderung, die er mir und dieser Arbeit gewährte,

den Doktoranden und Angestellten der orthopädischen Klinik für die angenehme Zusammenarbeit.

Nicht zuletzt gilt mein Dank auch den untersuchten Kindern, ohne deren Bereitwilligkeit diese Arbeit nicht zustande gekommen wäre.